JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR MM.

CHARLES ROBIN

MEMBRE DE L'INSTITUT,
Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie de médecine,

ET

G. POUCHET

Professeur-administrateur au Muséum d'histoire naturelle.

EXTRAIT

PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

VIENNENT DE PARAITRE :

BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

LE SOLEIL

Par C.-A. YOUNG

Professeur d'astronomie au collège de New-Jersey (États-Unis).

1 vol, in-8° avec 87 figures dans le texte, cartonné à l'anglaise. . . 6 fr.

LES ILLUSIONS

DES SENS ET DE L'ESPRIT

Par JAMES SULLY

1 volume in-8°. . . . . 6 fr.

ORIGINE

DES

PLANTES CULTIVÉES

Par Alphonse CANDOLLE

Associé étranger de l'Institut de France.

1 volume in-8°. . . . . 6 fr.

LES CHEVAUX

DANS

LES TEMPS PRÉHISTORIQUES

ET HISTORIQUES

Par C.-A. PIÉTREMENT

1 fort volume grand in-8° de 850 pages. . . . . 15 fr.

ÉTUDE

SUR

LES TERMINAISONS NERVEUSES DANS LA PEAU

Par les Drs George et Frances-Élisabeth HOGGAN
(de Londres).

Dans l'état actuel de nos connaissances à l'égard des caractères des terminaisons nerveuses dans la peau, il serait téméraire de prétendre que les différentes catégories de la sensibilité cutanée soient représentées par des éléments nerveux terminaux à différentiation spéciale. Quant aux fibres nerveuses, toute différentiation de structure, prise comme condition nécessaire d'une fonction différente, doit, selon nous, être abandonnée, malgré les opinions contraires qui se publient de temps en temps, et l'on peut envisager les fibres nerveuses comme des agents tout aussi passifs dans l'accomplissement d'une fonction quelconque que le sont les fils d'un appareil télégraphique, lesquels transmettent des paroles affectueuses ou le contraire, selon la volonté des agents actifs qui se trouvent à l'une ou à l'autre extrémité de l'appareil. On admet de toutes parts que les extrémités centrales des nerfs sont munies d'agents actifs qui accomplissent les fonctions les plus diverses, et la conception est séduisante qui suppose aux extrémités périphériques de nerfs accomplissant ces fonctions diverses des éléments terminaux possédant également des caractères morphologiques, aussi bien que physiologiques, différents. Il est vrai que l'on a voulu récemment prêter des terminaisons nerveuses diversement faites aux catégories différentes de la sensibilité cutanée; mais nous allons montrer tout à l'heure que les faits sur lesquels s'appuyaient ces hypothèses étaient incorrects et que les conclusions que l'on en tirait étaient par conséquent également incorrectes. Lorsque Merkel, par exemple, prêtait aux prétendues cellules terminales au-dessous de l'épiderme la fonction du tact, et aux terminaisons libres des nerfs intra épithéliaux celle de la température, il n'avait point observé un fait que nous avons découvert, à savoir que ces cellules et ces fibres nerveuses sans

myéline se continuent les unes avec les autres, qu'elles appartiennent toutes au même système nerveux, et qu'elles doivent par conséquent servir aux mêmes fonctions, quelles qu'elles puissent être. Ainsi tombe toute son hypothèse de fonctions séparées.

Les conclusions auxquelles nous sommes arrivés, à la suite de recherches longues et minutieuses sur les caractères de ces éléments nerveux terminaux, sont opposées à celles de plusieurs observateurs qui nous ont précédés, et puisque la question est encore pour ainsi dire dans son enfance, nous ne serions pas étonnés de voir attaquer ou même renverser nos conclusions, à mesure que des connaissances plus complètes s'obtiennent. Quoi qu'il en soit, nous sommes à même de présenter à nos lecteurs un certain nombre de faits nouveaux, que nous avons découverts, et qui nous permettent d'appliquer des interprétations fonctionnelles nouvelles à des éléments déjà connus. Nous essayerons aussi de tracer les homologies des différentes formes d'éléments nerveux terminaux ou des organes terminaux qu'ils forment, et de suivre les causes qui ont amené les apparences différentes présentées par des terminaisons homologues et les positions diverses qu'elles occupent. Nous réussirons ainsi peut-être à montrer que l'évolution agit d'une manière tout aussi puissante pour effectuer un changement de forme des éléments histologiques minutieux des terminaisons nerveuses, que pour changer les formes tout entières des individus d'une espèce quelconque, comme l'ont démontré Darwin, Wallace, Haeckel et d'autres.

Comme quelques-unes de nos observations ont été déjà publiées, que nous continuons toujours nos recherches, et que, par conséquent, ce que nous avons à dire sera nécessairement incomplet, nous ferons prendre à notre mémoire la forme d'un résumé général de nos opinions, à l'époque actuelle, sur la question tout entière.

Nous choisissons comme un objet d'étude comparative commode les terminaisons nerveuses sur un poil ordinaire (pl. XVI et XVII, fig. 5 et 6). C'est là un type auquel on peut faire remonter toutes les autres formes, ou du moins y trouve-t-on des rapports communs. Sur ce poil, ou plutôt sur le follicule pileux, nous trouverons deux éléments terminaux principaux :

1° Les terminaisons en fourchette, lesquelles, selon nous, sont probablement les terminaisons des nerfs du tact, et dont les homologues métamorphosés se rencontrent dans les corpuscules de Pacini;

2° Les groupes de cellules nerveuses étoilées *c*, lesquelles selon nous servent probablement d'origine aux sensations thermiques qu'elles transmettent par leurs fibres nerveuses aux centres nerveux de la moelle ou du cerveau.

Les cellules *c* (fig. 6), ont des homologues dans les ganglions nerveux sous-épidermiques situés — 1° sur la face inférieure des bouchons épidermiques *be* (fig. 7) et entre les papilles *c* (fig. 1 et 4); 2° sur les moustaches des animaux inférieurs (fig. 14 et 15), que l'on désigne quelquefois comme des poils tactiles, quoique tous les poils soient tactiles, et que l'on ne puisse guère désigner comme tactiles les éléments principaux que l'on trouve sur les moustaches.

Les élements nerveux secondaires sur les follicules pileux ordinaires sont les fibres nerveuses, tant les fibres à myéline (*m*, fig. 6) qui relient les éléments primaires aux organes centraux, que les fibres sans myéline *n* qui relient entre elles les différentes cellules, de même qu'elles les relient aux ganglions voisins ainsi qu'aux grands centres de l'axe cérébro-spinal.

Nous avons trouvé ces nerfs également se ramifiant entre les cellules du revêtement épidermique du follicule pileux, et elles forment une couche circulaire ou un enroulement (*j*, fig. 5 et 6), immédiatement au-dessous de l'ouverture de la glande sébacée, que l'on peut appeler collier de Jobert, d'après celui qui l'a découvert et qui l'a décrit il y a douze ans.

Les terminaisons en fourchette furent découvertes par Arnstein (1), il y a quatre ans, mais on les connaît encore si peu que, lorsque nous en fîmes indépendamment la découverte il y a dix-huit mois, nous ignorâmes pendant six mois qu'elles eussent été antérieurement découvertes, quoique nous fissions toutes les démarches possibles pour nous renseigner sur la question.

Les cellules étoilées n'ont été, que nous le sachions, observées par d'autres que nous sur les follicules pileux ordinaires,

(1) *Die nerven der behaarten Haut. Sitzungsbericht d. K. K. Akad. Wien. Oct.* 1888.

mais puisque nous avons déjà fait ailleurs (1) une description détaillée de tous ces éléments, il est inutile d'entrer dans ce mémoire dans un sujet aussi long. Nous n'avons jamais trouvé sur des poils ordinaires plus d'une vingtaine de ces cellules, et quelquefois on n'en trouvait point. Ces cellules paraissent n'être jamais en communication directe avec un nerf à myéline. On peut observer sur les moustaches plusieurs centaines de ces cellules, régulièrement disposées entre la membrane vitrée et les cellules profondes du revêtement épidermique du follicule, et on les voit toutes se continuer avec les nerfs à myéline qui se rendent vers elles extérieurement au follicule, dont le nombre peut monter jusqu'à plusieurs cents. Un grand nombre de cellules sont attachées à chaque fibre nerveuse (fig. 14).

On voit donc dans les moustaches que, tandis que tous les autres éléments nerveux du poil ordinaire s'y trouvent représentés, c'est l'élément nerveux cellulaire qui s'est spécialement hypertrophié, et qui a augmenté de nombre.

Quoique nous voyions cependant dans la moustache le terme extrême de l'hypertrophie du poil ordinaire, il paraît qu'il existe aussi bon nombre d'exemples d'atrophie. A notre avis, le corpuscule du tact en est un, et c'est le meilleur qui se rencontre chez l'homme, bien que, dans d'autres espèces animales, on trouve des exemples d'atrophie plus probants, parce qu'ils présentent à nos regards des formes intermédiaires. Notre attention fut fixée de bonne heure sur le bel et unique appareil nerveux terminal du groin de la taupe (fig. 7) qui a reçu, en l'honneur de celui qui l'a découvert, le nom d'organe d'Eimer. Nous avons ailleurs (2) fait l'analyse des éléments dont il se compose, et nous avons démontré que ces éléments correspondent aux éléments nerveux terminaux d'un follicule pileux ordinaire. Nous avons par conséquent énoncé l'opinion, qui paraît du reste être généralement acceptée et reconnue pour correcte, que les éléments nerveux en forme de brosse propres à l'organe d'Eimer ne sont autre chose que les terminaisons nerveuses d'un groupe de follicules pileux ordinaires dont les poils ont été arrachés par les grosses mains de l'animal

(1) *Journal of the Linnæan Society. Zoology*, Vol. XVI, pp. 546-593, pl. xiii-xvi.

(2) Loc. cit.

occupées constamment à creuser la terre. Cette action ayant été répétée des milliers de fois dans des générations nombreuses, se succédant l'une l'autre, les poils ont fini par cesser de se développer, d'après les lois bien connues de l'évolution, le follicule s'est rétréci en portant avec lui dans l'épiderme ses éléments nerveux, et c'est là ce qui a amené les modifications qui apparaissent dans l'organe d'Eimer.

Sans vouloir, en ce moment, entrer dans des détails minutieux à l'égard de chaque élément nerveux dans l'organe d'Eimer, nous pouvons dès à présent les diviser en trois catégories principales (fig. 7) :

1° Les fibrilles intra-épidermiques *o c* et *i c*.

2° Les cellules nerveuses d'un genre particulier *c*, dont le nombre peut varier de deux jusqu'à quatre, et qui ont leur siège dans la couche inférieure de l'épiderme qui forme le bouchon épidermique *be*, de la base dudit organe.

3° Les corpuscules réduits de Pacini *P* (1), dont le nombre varie entre un et trois, qui sont situés au-dessous de l'épiderme et immédiatement au-dessous du bouchon épidermique.

Ce sera l'un des objets les plus importants de ce mémoire de démontrer que les fibres nerveuses intra-épidermiques ont une origine mécanique ou qu'elles sont dues à des causes que l'on pourrait appeler anatomiques et accidentelles. Par conséquent les fibrilles intra-épidermiques de l'organe d'Eimer peuvent être négligées en traçant les homologies des cellules nerveuses particulières et des corpuscules de Pacini qui constituent les éléments intrinsèques de l'organe.

Si l'on examine avec soin les surfaces palmaires et plantaires des pattes de la taupe on trouve des petits amas nombreux de cellules du même genre et des corpuscules de Pacini (fig. 8 et 9 *c* et *P*), situés au-dessous et au dedans des bouchons épidermiques *be*, et ayant avec ceux-ci le même rapport qu'ils ont dans l'organe d Eimer. Il est donc évident que si les éléments qui ont reçu le nom d'organe d'Eimer dans le groin de la taupe sont les représentants de follicules pileux modifiés, les petits organes nerveux situés dans la paume de la main et dans la plante du pied chez

(1) Ces corpuscules, de même que d'autres dont il sera plus tard question, rentrent évidemment dans la catégorie des *Endkolben* de W. Krause.

la taupe doivent également représenter des éléments nerveux sur les follicules pileux, desquels cependant les poils n'ont point été arrachés, mais ont avorté par suite d'un frottement continu des surfaces palmaires et plantaires. Ces éléments nerveux sont également la première ébauche des corpuscules du tact ou de Meissner qui les a trouvés aux mains et aux pieds de l'homme (fig. 13), des singes, etc., et ils comportent aussi l'interprétation que nous leur avons donnée d'être l'appareil nerveux de poils avortés. L'enchaînement de l'évidence qui relie ensemble tous ces faits mène très loin, et il embrasse diverses formes animales que nous laissons de côté pour le moment, sauf des formes intermédiaires dans le hérisson et dans le rat que nous avons figurées en fig. 10, 11 et 12.

Les corps *P*, qui ressemblent à des corpuscules de Pacini délicates et qui ont leur siège immédiatement au-dessous, quelquefois même au dedans de l'épiderme des mains et des pieds de la taupe, sont de grandeur variable et correspondent évidemment aux terminaisons nerveuses en fourchette sur les follicules pilleux ordinaires. Il se trouve même que quelques-unes des fibrilles nerveuses axiles à leur intérieur ne sont pas aussi grandes que le fourchon d'une terminaison en fourchette, et certaines fibrilles axiles paraissent être en train de recevoir la première couche mince de tissu qui les transforme en masses ovoïdes. D'autres fois, on les voit munies d'un revêtement constitué par plusieurs couches de cellules épithélioïdes concentriques qui prêtent au corpuscule de Pacini sa forme d'oignon. Toutes les phases intermédiaires de ces corps peuvent s'observer dans les mains de la taupe, d'où il résulte que même la plus petite des terminaisons nerveuses en fourchette sur un poil ordinaire est incontestablement l'homologue des corpuscules de Pacini les plus volumineux qui existent dans le règne animal.

Dans bien des cas où l'on trouve des corpuscules de Pacini dans les profondeurs du derme, ou même dans l'hypoderme, il est probable qu'ils se sont primitivement détachés de follicules pileux ou de leurs homologues, dont les éléments cellulaires nerveux restés attachés au-dessous ou au dedans de l'épiderme, y forment, lorsqu'ils sont groupés ensemble, les ganglions nerveux sous-épidermiques auxquels nous allons maintenant passer, puisque

ce sont eux qui servent le mieux à élucider les changements de position qui constituent le point le plus important de ce mémoire.

M. le professeur Merkel, de Rostock, fut le premier à décrire ces ganglions, à l'aide de préparations à l'acide osmique. Il découvrit, à la face inférieure de certains bouchons épidermiques inter-papillaires, des amas particuliers de cellules, dont quelques-uns paraissaient se continuer directement avec des nerfs cutanés à myéline. Trompé par des méthodes de préparation qui laissaient beaucoup à désirer, il fit de ces cellules des descriptions peu correctes. Il les désignait comme ovalaires, et comme n'offrant jamais la forme étoilée, et il les a figurées comme des dilatations ovalaires situées à l'extrémité même des nerfs à myéline. Les cellules ovalaires montrées sur un dessin que nous donnons du museau du chat (fig. 4, *c*) sont une fort bonne illustration de ses vues, bien que, dans d'autres espèces et dans des positions différentes, l'apparence présentée par ces cellules soit tout autre. Il était cependant presque impossible que Merkel pût voir, à l'aide du procédé à l'acide osmique, le rapport entre les cellules et les nerfs; il l'a donc tout simplement figuré comme il se l'était imaginé. A ces cellules il a donné le nom de cellules tactiles terminales, et il les croyait identiques aux cellules qui avaient déjà été découvertes sur les follicules des moustaches de la plupart des espèces animales par Dietl (1), Sertoli (2) et d'autres. Il embrassait même dans son hypothèse les corpuscules du tact des surfaces palmaires et plantaires de l'homme, des singes, et d'autres animaux, ainsi que les structures plus simples de même genre que l'on trouve au bec et dans la langue des oiseaux. Dans chaque cas, il dessine les prétendues cellules tactiles de façon à correspondre à celles qu'il avait cru trouver sur les bouchons épidermiques, et il fut, par conséquent, induit chaque fois en erreur.

Bonnet (3) qui s'occupa de la question après Merkel, partage l'opinion de Merkel à l'égard de l'interprétation fonctionnelle

(1) *Untersuchung uber die Tasthaare. Sitzungsbericht, d, KK, Akad. Wien.* Juillet 1871 et 1872.

(2) *Sulla terminazione dei Nervi nei peli tattili. Rendiconto del reale institut lombardo di Scienze e lettere.* Série II, vol. V, 1872, Milan.

(3) *Studien*, etc. *Morphologisches Jahrbuch*, t. 4, 1878, p. 329.

donnée de ces corps ; seulement il fait un pas en arrière en les appelant, non cellules terminales, mais boutons terminaux (Endknospen). Il se servit cependant du procédé de Löwit, au chlorure d'or, lequel aurait dû lui révéler la condition que nous avons trouvée.

Pour en revenir à l'interprétation de Merkel, après avoir fait des différentes parties une description soignée et appuyée d'illustrations nombreuses, il résume ainsi son mémoire important (1) :

« Je puis donc énoncer comme un fait qu'il ne se trouve dans la peau qu'un seul genre de terminaisons nerveuses par cellules, c'est-à-dire la terminaison en cellules tactiles..... Dans la peau des oiseaux et des mammifères on rencontre côte à côte deux genres de terminaisons entièrement différents et qui diffèrent dans leur plan de construction primitif. La terminaison en cellules tactiles et celle en « bouts libres », (c'est-à-dire en fibrilles intra-épithéliales). On se sent tenté d'utiliser physiologiquement la différence, et je crois même avoir lieu de considérer la terminaison en cellules comme les véritables nerfs tactiles, et les bouts libres, au contraire, comme des nerfs de température. »

Avant de donner notre interprétation à nous de ces parties, nous commencerons par dire que nous sommes opposés aux conclusions, tant morphologiques que physiologiques de Merkel. Nous prétendons que les cellules qu'il décrit ne sont ni terminales ni tactiles, comme il le suppose, et qu'elles ne sont ni sous le rapport anatomique ni sous le rapport physiologique séparées des bouts libres (fibres intra-épidermiques), car ils forment tous les deux parties d'un même système nerveux, ils sont reliés ensemble et ils se font suite. Par conséquent, ils doivent concourir à la même fonction nerveuse, quelle qu'elle puisse être (fig. 1 et 4).

Quant à la morphologie de ces prétendues cellules tactiles terminales, M. le professeur Merkel a rencontré dans M. le professeur Ranvier un critique formidable. Ranvier, cependant, n'a pas vu le rapport entre les bouts libres et les cellules terminales qui renverse complètement l'hypothèse de Merkel, et

(1) *Tastzellen, u. Tastkörperchen, Arch. f. Mik. Anat.*, t. II, 1875, p. 636.

il n'attaque pas non plus l'interprétation physiologique donnée par Merkel. Ce qu'il attaque, c'est le caractère des organes nerveux terminaux associés aux cellules tactiles, et il fait observer que, dans les quatre parties ou organes du tact décrits par Merkel, il y a deux éléments séparés qui doivent être considérés : les cellules du tact de Merkel, et les disques tactiles qu'il a lui-même spécialement décrits comme l'élément nerveux de l'organe du tact.

Ranvier donne, dans sa communication préalable du 27 décembre 1880, à l'Académie des sciences, l'énoncé suivant de ses vues :

« Dans l'extrémité profonde des bouchons épidermiques du groin du cochon, il existerait, d'après Merkel, au milieu des cellules épithéliales ordinaires, des cellules spéciales dans lesquelles les nerfs du tact viendraient se terminer. En réalité, ces nerfs, après avoir pénétré dans l'épithélium, se divisent, se subdivisent et forment, à la surface des cellules de Merkel des ménisques qui paraissent sémilunaires lorsqu'ils sont vus de profil, sur des coupes faites perpendiculairement à la surface du tégument, étoilés et anastomosés par leurs prolongements lorsqu'on les observe de face. Les ménisques tactiles du groin du cochon ont vraisemblablement la même signification que les disques tactiles des Palmipèdes. »

Il résulte de ce qui précède que Ranvier se trouve d'accord avec Merkel sur le caractère terminal et tactile des corps appelés cellules par l'un et disques par l'autre, et que, par conséquent, nos opinions sont également opposées à celles de ces deux professeurs éminents. Nous nous trouvons, cependant, d'accord avec Merkel en ce que nous les tenons pour des cellules, tout en admettant qu'à la première vue bien des choses parlent en faveur de l'hypothèse de Ranvier.

Considérons pour le moment deux des organes en question, c'est-à-dire les corpuscules du tact chez l'homme et chez les oiseaux. Chez ces derniers, lesdits disques tactiles correspondent selon nous à l'élément axile aplati d'un corpuscule de Pacini. On trouve, dans les cellules dites terminales de Merkel, une partie de la surface qui se colore plus vivement par l'or, et devient plus foncée que le centre et la plus grande partie de la cellule. Cette partie foncée se présente le

plus souvent, mais pas toujours, comme un disque concave-convexe appliqué contre le corps de la cellule, ou bien comme une main serrant un œuf trop gros pour qu'elle se ferme sur lui. L'illusion est encore plus complète si l'on regarde des coupes perpendiculaires passant par le centre des cellules (fig. 15, *c c*), que ces coupes soient mécaniques ou qu'elles soient optiques. Pour nous, cette apparence s'explique d'une autre manière que ne l'explique Ranvier. Il se peut que l'influence nerveuse qui traverse ces cellules (si même elle n'y est pas engendrée) modifie tellement le protoplasma d'une partie de la surface que traverse le courant nerveux provenant d'autres cellules du ganglion, qu'il se colore plus vivement et avec plus de facilité par l'or que le reste de la cellule. Que cette irrégularité existe bien réellement, cela est prouvé par un exemple frappant (fig. 14, *d*), où le cylindre-axe du nerf qui se rend à ces cellules, après qu'il s'est défait de sa gaîne de myéline, s'offre en partie à nos regards, *d*, avec la même teinte noir foncé que lesdits disques, tandis que d'autres portions du même cylindre-axe, *n*, conservent toujours la teinte claire du corps des cellules. Cela prouve que, grâce à une action capricieuse de l'or ou à une exposition irrégulière à la solution d'or, on trouve diverses portions du même cylindre-axe fort diversement colorées. Ainsi la coloration diverse de portions de la même cellule ne doit point nous surprendre, et il n'est guère besoin pour l'expliquer d'une hypothèse de disques ou de ménisques nerveux concaves-convexes.

Pour cette raison, nous tenons l'hypothèse de Ranvier, que des disques tactiles se trouvent sur les follicules pileux ou sur des bouchons épidermiques, pour inexacte, et en tout cas ils ne sont certainement pas terminaux, car même selon lui ils sont étoilés et reliés entre eux par l'anastomose de leurs prolongements. Enfin, ces cellules ne sont pour nous que les cellules nerveuses étoilées ordinaires que l'on trouve si fréquemment sur des fibres nerveuses sans myéline, lesquelles, s'étant agrégées à de certains points, ont revêtu les caractères du centre nerveux ganglionnaire au dedans ou immédiatement au-dessous de l'épiderme. Cette opinion a été déjà émise par Sertoli à l'égard des cellules situées sur les follicules pileux. De plus, puisque ces cellules ne se rencontrent que sur le trajet d'un

plexus de fibrilles nerveuses, elles ne peuvent être envisagées comme terminales, et on ne peut supposer que ces cellules aient une fonction sensitive qui diffère de celle des fibrilles nerveuses qui les relient ensemble. Nous allons montrer que les bouts libres auxquels Merkel a prêté la fonction de nerfs thermiques, ne sont autre chose que les fibrilles qui relient ensemble les cellules ou disques auxquels il prête, ainsi que Ranvier, la fonction tactile spéciale.

Les hommes éminents qui ont discuté cette question sont d'accord en ceci, qu'ils recommandent le groin du cochon comme le meilleur objet pour étudier ces groupes de cellules. Nous ne trouvons pas la recommandation heureuse, car quoique ces groupes y soient bien plus fréquents et plus faciles à démontrer, cependant, grâce peut-être à la ténuité des fibrilles ou aux dimensions ou au nombre des cellules, leur histoire ne peut y être aussi facilement tracée qu'elle peut l'être, par exemple, dans le nez du cheval. Nos préparations provenant de cet animal suggèrent une interprétation différente de ces cellules, et le groupe de cellules *c*, fig. 1 à 4, est pris entre des vingtaines de groupes semblables, dans toutes les phases de leur développement. L'on y trouve assez souvent des fibres intra-épithéliales (les bouts libres de Merkel) se continuant avec les cellules nerveuses et montant à travers l'épiderme. Ces fibrilles sont parfois solitaires, et elles se ramifient vers leur extrémité périphérique (fig. 4). D'autres fois (fig. 1, *if*), elles forment une anse ou une voûte, dont les colonnes s'appuient sur deux des cellules du groupe ganglionnaire situé à la surface inférieure du bouchon épidermique, ce qui montre que les cellules nerveuses dites terminales appartiennent au même système ganglionnaire que les fibres intra-épithéliales à bouts libres, et que, par conséquent, Merkel s'était trompé en prêtant à ceux-ci le rôle spécial de nerfs thermiques et à celles-là le sens spécial du tact. Ces préparations, tout en renversant l'hypothèse de Merkel, qui prête aux fibres intra-épithéliales et aux cellules nerveuses des fonctions différentes, donnent aussi une indication précieuse à l'égard du développement des fibres nerveuses et d'autres questions semblables.

A la fin de son mémoire sur les terminaisons des nerfs dans l'épiderme publié dans le « *Quarterly Journal of Microscopical*

Science, 1880, Ranvier émet l'hypothèse suivante sur la direction et le mode de développement des fibres nerveuses, et il l'appuie sur des dessins qu'il a fait faire du cochon, de la taupe et de l'homme. Il dit, page 458 : « Les nerfs qui pénètrent dans l'épiderme, quelle que soit l'étendue de leurs ramifications antérieures, sont sujets à une évolution constante. Ils croissent en même temps que leurs terminaisons subissent une dégénération graduelle, ce qui amène la formation de granules de substance nerveuse qui deviennent entièrement libres et qui sont bientôt transportés dans la couche indifférente de l'épiderme. » Ce n'est là qu'une accentuation plus forte des vues exprimées p. 75 du tome II de ses *Leçons sur l'histologie du système nerveux*, à savoir que les cylindres-axes faisant partie des cellules nerveuses des centres nerveux, se développent d'une manière centrifuge à partir de ces centres.

Pour ce qui concerne l'intervalle entre les centres nerveux et la surface inférieure de l'épiderme, nous nous trouvons d'accord avec lui. Mais arrivés là nos vues diffèrent des siennes. Une étude attentive de nos préparations nous permet de dire qu'une fois arrivés dans l'épiderme, les nerfs, au lieu de traverser l'épiderme pour se rendre vers la périphérie, s'étendent, au contraire, dans une direction latérale ou parallèle à la surface, et que, lorsque l'on voit, comme on les voit souvent dans certains endroits, des fibrilles passer à travers l'épiderme, c'est qu'elles le traversent, non seulement involontairement, mais en dépit de leur tendance au développement latéral et de leurs efforts pour former des rameaux latéraux. En d'autres termes, le progrès des fibrilles nerveuses à travers l'épiderme n'est point dû à leur action propre pour se frayer un chemin, mais bien à un mécanisme qui les entraîne, mécanisme qui jusqu'ici n'a pas été soupçonné, et que nous allons maintenant essayer d'expliquer.

Il faut d'abord se rendre compte du fait que les cellules nerveuses étoilées se rencontrent en grand nombre, formant des groupes dans différentes régions et à des profondeurs variables dans le derme, et qu'elles ont l'air, ainsi que les fibres sur lesquelles elles se trouvent placées, de se prolonger, ou de monter vers l'épiderme. Elles s'y trouvent arrêtées soit à la surface inférieure des bouchons épidermiques, soit dans les pa-

pilles, lesquelles se rencontrent souvent remplies de ces cellules. Celles-ci s'appliquent quelquefois si intimement contre la surface inférieure de l'épiderme qu'elles deviennent aplaties (fig. 1), et qu'elles offrent parfois une concavité tournée vers l'extérieur. A mesure cependant que des cellules épidermiques plus jeunes se développent, probablement par l'application de cellules migratrices contre la surface inférieure de l'épiderme, les fibrilles qui unissent deux ou plusieurs cellules dans le ganglion se trouvent engagées dans l'épiderme. Une fois qu'elles y sont engagées, elles ne peuvent plus se libérer, car le développement de cellules jeunes à la surface inférieure de l'épiderme se continue sans cesse, et les fibrilles ne font que s'y embarrasser davantage. Les cellules plus jeunes poussent ainsi la fibre devant elles vers la surface libre, et puisque les cellules ganglionnaires qui leur servent de base sont relativement fixées, les fibrilles qui les relient sont bien forcées de s'allonger et de se recourber, ayant leur convexité tournée vers la surface libre. Lorsque les fibrilles sont refoulées encore davantage, on les voit se présenter comme une voûte étroite (fig. 1, *i f*) appuyée sur deux colonnes dont chacune a pour base une cellule nerveuse dans le groupe ganglionnaire. Plus tard la voûte cède à la tension extrême exercée sur elle (fig. 1, *g*), ou bien elle se casse à la surface libre de l'épiderme. Dans l'un et dans l'autre cas elle laisse derrière elle les deux colonnes, qui s'offrent à nos regards comme deux fibrilles perpendiculaires à la surface.

Même dans ce cas, ces fibrilles ne peuvent point se séparer de leurs cellules basales, car elles sont tenues tout aussi fermement par les cellules épidermiques qui croissent vers la périphérie que le serait une corde engagée et poussée en avant entre une série de roues d'engrenage tournant dans une direction donnée. Les fibrilles continuent ainsi, malgré elles, d'être tirées en longueur, de s'effiler et de se dissocier à leurs extrémités libres dans la portion indifférente de l'épiderme. Plus tard on peut voir les cellules basales engagées de même, soit individuellement, soit par groupes (fig. 2 et 3).

Nous possédons des préparations qui montrent toutes les phases d'entraînement de ces cellules par l'accroissement de l'épiderme.

Ici se présente une autre question curieuse. Si les fibrilles qui relient entre elles ces cellules sont épaisses et fortes, comme chez le cheval, elles restent encore attachées aux cellules, même lorsque celles-ci sont entraînées à travers l'épiderme. Si ces fibrilles sont, au contraire, grêles et faibles et les cellules nombreuses, celles-ci se détachent et sont entraînées séparément. Ces cellules sont les cellules de Langerhans (1), dont l'origine paraît avoir embarrassé jusqu'à présent tous les observateurs. Le dernier écrivain sur ce point, Robert Bonnet (2), a donné des dessins des cellules de Langerhans et de celles de Merkel, réunies dans un même groupe, mais il nie leur identité, parce que les premières sont étoilées. Or, toutes les deux sont étoilées on non, selon qu'on les regarde, mais elles sont resserrées et transformées dans leur passage brusque à travers l'épiderme. De plus, étant mortes par suite de leur séparation d'avec les centres, elles se colorent par l'or en un noir intense.

Sertoli (3), Mojsisovics, Arnstine et Merkel nient également leur caractère nerveux, et Merkel nie aussi leur identité avec ses cellules, de même qu'il nie que ces cellules soient étoilées ou d'une forme autre qu'ovalaire.

Les cellules de Langerhans ont été prises par les uns pour des cellules à pigment privées de leur pigment, par d'autres pour des canalicules lymphatiques, pour des cellules migratrices et pour une foule d'autres choses bizarres. Il n'est cependant besoin que d'un examen soigneux de leurs préparations, en ne perdant pas de vue les forces que nous venons de considérer, pour convaincre les observateurs que les cellules de Langerhans ne sont autre chose que des cellules nerveuses détachées telles que nous les avons décrites.

L'on ne doit pourtant pas oublier que les fibrilles nerveuses situées à la surface inférieure de l'épiderme sont entraînées, qu'il y ait ou qu'il n'y ait pas de cellules. Il paraît même que ces fibrilles fournissent la plus grande partie des fibrilles intra-épithéliales, bien que, sans la présence de cellules comme

(1) *Ueber die nerven u. s. w. Virchow's Archiv.*, t. 44, 1868, p. 325.

(2) *Morphologisches Jahrbruch*, 1878, p. 386.

(3) *Ueber die Nervenendigung u. s. w. Sitzungsbericht d. KK. Akad Wien*, t. 71, 1875.

celles qui se voient dans nos préparations, le mécanisme qui transporte ces fibrilles eût pu rester inaperçu.

Il est difficile de dire pendant combien de temps la croissance qui s'accomplit dans ces fibrilles les pousse à travers les cellules épidermiques. Il est probable qu'elles se cassent sans cesse, même avant de parvenir à la surface (fig. 1, *i*), et qu'elles sont remplacées par des fibrilles plus récemment entraînées. Même après qu'elle a été entraînée dans l'épiderme, une fibrille conserve toujours sa tendance prononcée au développement latéral. Aussitôt la voûte cassée, on la voit pousser des prolongements latéraux, lesquels cependant sont entraînés avec le tronc d'origine vers la surface libre, comme l'a pu remarquer tout histologiste qui a étudié la question. Nous donnons, comme exemple de cette tendance vers l'expansion latérale, le dessin d'une telle fibrille cassée, provenant du nez d'un jeune chat (fig. 4). Ce n'est point là un exemple rare, car du même animal nous en avons obtenu plusieurs centaines plus ou moins semblables à celui-ci.

L'entraînement des fibrilles que nous sommes en train de considérer, dépend apparemment de la rapidité du développement ou du remplacement des cellules épidermiques à un point donné. A la surface des papilles vasculaires, le développement paraît plus rapide qu'ailleurs, et, par conséquent, l'on observe à leur sommet un plus grand nombre de fibrilles engagées et entraînées vers la surface libre. Dans un tel cas, le développement est si rapide que le plexus tout entier est quelquefois entraîné perpendiculairement vers la surface, le temps ne suffisant pas pour qu'il y ait formation de branches latérales. Si de telles fibres intra-épithéliales se trouvaient engagées dans une surface épidermique où il n'y eût point de friction ou de perte des cellules superficielles, c'est-à-dire dans une surface caractérisée par un développement très lent, on s'attendrait donc à y trouver des fibrilles ayant une direction parallèle à la surface. C'est là précisément ce qui arrive, car dans le revêtement épidermique du follicule pileux, où personne, que nous sachions, n'a vu jusqu'ici de ces fibrilles intra-épithéliales, nous en avons trouvé qui se ramifiaient latéralement c'est-à-dire dans une direction parallèle à la surface épidermique du follicule. L'entraînement de ces fibrilles dans un épiderme d'une

croissance si lente s'explique par quelques-unes de nos preparations, qui montrent des fibres passant du sommet de la papille dermique la plus voisine au follicule pileux : on peut les y suivre, et les voir, après s'être recourbées brusquement, descendre dans le revêtement épidermique du follicule, ou plutôt y être entraînées, mais le premier processus d'entraînement avait certainement eu lieu au sommet de la papille dermique.

Une question que nous n'avons pu encore résoudre est celle de savoir pourquoi ces fibres se trouvent engagées dans une portion relativement peu étendue de la peau, et non sur la surface générale du corps. Il est probable que le désir de toucher ou de sentir au moyen d'une surface spéciale, joint à un développement épidermique rapide, ont pu avoir pour résultat un développement de nerfs nombreux immédiatement au-dessous d'une telle surface, tout en facilitant leur entraînement vers la périphérie.

Il est difficile de se rendre compte jusqu'à quel point les forces que nous avons décrites peuvent agir dans les nerfs des sens spéciaux. Dans les bourgeons du goût, par exemple, il n'est point douteux pour nous que les nerfs spécialement affectés au goût ne soient entraînés à travers les papilles du goût et l'épithélium de la muqueuse voisine, par les mêmes forces nous avons vu produire les fibrilles nerveuses intra-épidermiques du sommet des papilles. Puisque, aux bases des papilles caliciformes sur lesquelles se trouvent les bourgeons du goût, nous avons découvert des amas volumineux de cellules nerveuses qui, à notre avis, forment de grands centres nerveux, nous sommes disposés à croire que le mécanisme de la transmission des sensations est partout semblable, c'est-à-dire que les cellules dans le ganglion reçoivent ou forment les impressions, et que les fibres nerveuses les transmettent aux centres nerveux, aux masses ganglionnaires voisines, aux vaisseaux sanguins, aux glandes sudoripares, etc. Les ganglions sont, pour ainsi dire, les bureaux télégraphiques, et les cellules en sont à la fois les opérateurs et les machines de transmission aux extrémités périphériques et centrales ; et, pour le système nerveux aussi bien que pour le télégraphe, il faut, pour maintenir la communication, qu'il y ait aux deux extrémités un opérateur et une ma-

chine. Si on coupe le fil à n'importe quel point, toute communication cesse nécessairement. Voici ce qui nous dispose à croire que les nerfs intra-épidermiques se trouvent pour la plupart incapables de fonctionner tels qu'on les rencontre cassés dans l'épiderme. Jusqu'à un certain point dans l'épiderme, on les voit capables de pousser des branches latérales, tout en restant attachés aux fibres et aux cellules sous-épidermiques, ce qui prouve que l'activité de leur vie protoplasmique persiste toujours, mais il n'est pas encore clair jusqu'à quel point l'interruption de continuité interrompt la fonction.

La fonction des fibrilles intra-épidermiques a été récemment étudiée par W. Pfitzner (1) dans l'épiderme des larves de grenouille et de salamandre, du chien et de l'homme. Il prétend que chaque cellule du corps muqueux est munie de deux fibrilles nerveuses intra-épidermiques, une de chaque côté, dont chacune se termine par un bout gonflé, qu'il représente sur ses dessins semblable aux bouts métalliques renflés entre lesquels passe l'étincelle dans un appareil électrique. L'idée est fort ingénieuse, mais voilà à notre avis tout ce que l'on peut dire en sa faveur, malgré les appréciations flatteuses dont elle a joui en Allemagne. D'abord il nous paraît invraisemblable que Pfitzner ait jamais vu des nerfs tels qu'il les figure à titre d'hypothèse dans ses dessins, et ensuite nous nions absolument que chacune des cellules du corps muqueux soit munie d'une ou de deux fibres, et notre expérience en cette matière est assez étendue. Qu'il ait vu les nerfs comme des voûtes cassées ou en train de se casser, comme il les dit avoir trouvés dans des préparations à l'or, rien de plus probable, mais nous croyons inexacte l'interprétation qu'il en donne, et nous faisons observer que ses préparations trouvent une explication facile dans l'interprétation que nous donnons de nos préparations, et dans notre théorie de l'entraînement et de la cassure de voûtes ou de nœuds de fibres nerveuses dans l'épiderme.

Nous ajouterons comme un fait curieux que, chez le nouveau-né, les nerfs intra-épidermiques sont bien plus nombreux qu'ils ne sont dans l'animal adulte de la même espèce. Il y a donc une diminution sensible des fibres intra-épidermiques, à mesure

(1) *Nervenendigung im Epithel. Morphologisches Jahrbuch*, 1882, p. 746.

que l'animal devient plus âgé, à cause de la cassure sans cesse renouvelée des fibres situées à la surface inférieure de l'épiderme, qui l'emporte sur l'entraînement de fibrilles intra-épidermiques nouvelles. Ce nombre plus grand de fibrilles intra-épidermiques n'est pas limité au point où l'on pourrait les regarder comme une provision de la Nature pour rendre l'animal nouveau-né aveugle capable de trouver la mamelle de sa mère; on trouve, au contraire, cette augmentation de nerfs intra-épidermiques le plus nettement indiquée dans l'épiderme qui recouvre la surface ordinaire de la peau et des muqueuses, où, par parenthèse, dans l'animal adulte de telles fibrilles sont relativement rares.

Les conclusions que nous avons formulées sont au nombre de 14, à savoir :

1. Les cellules tactiles terminales de Merkel, les boutons terminaux de Bonnet, et les disques terminaux de Ranvier ne sont ni terminaux ni tactiles.

2. Lorsque Merkel réclama, pour ses cellules terminales la fonction du toucher, et pour ses fibrilles intra-épidermiques libres le sens de la température, il ignorait que les deux structures appartiennent au même système nerveux, et qu'elles se font souvent suite.

3. Les terminaisons nerveuses tactiles se voient le mieux sur les follicules des poils ordinaires, sous forme de terminaisons en fourchette ayant d'un à quatre fourchons sur chaque nerf. La partie postérieure de la fourchette s'applique contre le revêtement épidermique du follicule.

4. Les cellules censées terminales qui forment les masses ganglionnaires au-dessous de l'épiderme, et les cellules semblables qui se trouvent sur les follicules pileux, paraissent être les agents qui reçoivent les impressions de la température. Elles sont reliées ensemble par le plexus sous-épidermique de fibres nerveuses sans myéline et de cellules nerveuses multipolaires, et elles sont reliées par l'intermédiaire des nerfs à myéline avec les grands organes nerveux centraux.

5. Il n'existe point de terminaisons physiologiques des nerfs thermiques (théorie de Beale), les terminaisons libres dans l'épiderme n'étant que des cassures mécaniques. Nous avons

trouvé le même système sans cassures dans le péritoine et dans d'autres tissus du corps.

6. Les fibrilles intra-épidermiques ne se frayent point un chemin au travers de l'épiderme ; mais, s'y trouvant engagées, elles sont entraînées à travers l'épiderme sous forme d'anses, lesquelles en se cassant laissent derrière elles des fibres qui ont l'air de traverser perpendiculairement l'épiderme.

7. La direction de croissance de ces fibrilles est latérale ou parallèle à la surface du derme, comme cela ressort de leur tendance à pousser des branches latérales pendant qu'elles se trouvent dans l'épiderme, ainsi que de leur position dans l'épiderme du follicule pileux.

8. Les cellules de Langerhans ne sont que des cellules nerveuses appartenant soit aux masses ganglionnaires (Merkel), soit au plexus sous-épidermique, qui ont été entraînées dans l'épiderme et s'y sont cassées.

9. En prenant comme type l'appareil nerveux d'un poil ordinaire, on trouve que les éléments dont il se compose peuvent s'hypertrophier, comme cela se voit dans les moustaches des animaux, ou s'atrophier comme cela se voit dans l'organe d'Eimer chez la taupe, ainsi que dans les corpuscules du tact et dans ceux de Pacini.

10. L'organe d'Eimer représente l'appareil nerveux d'un follicule pileux dont les poils ont été, dans des générations passées, arrachés par l'action des mains de la taupe employées habituellement à creuser la terre.

11. Les éléments tactiles en fourchette du follicule pileux avorté peuvent être transformés en corpuscules de Pacini, lesquels leur sont homologues et représentent de véritables terminaisons nerveuses tactiles.

12. Le corpuscule du tact représente l'appareil nerveux d'un follicule pileux dont les poils n'ont point été arrachés mais qui ont été empêchés de se développer par un frottement sans cesse renouvelé, jusqu'à que cette condition rudimentaire soit devenue permanente dans la race.

13. On ne tardera probablement pas à trouver que la terminaison en fourchette, aussi bien que les nerfs axiles des corpus-

cules de Pacini sont cellulaires, ce qui établirait une homologie uniforme des terminaisons nerveuses.

14. Le corpuscule du tact n'est autre chose qu'une agrégation de corpuscules de Pacini, réduits, au milieu desquels se trouvent parsemées quelques cellules nerveuses, lesquelles ne possèdent pourtant point les caractères que leur prêtent Merkel et Ranvier.

EXPLICATION DES PLANCHES XVI et XVII.

Préparations faites par le procédé au chlorure d'or. Dessins faits à l'aide de la chambre claire. Oculaire n° 3 (Vérick), objectif $\frac{1}{12}$, immersion à l'huile de Zeiss, à la seule exception des fig. 4 et 7, pour lesquelles l'objectif n° 7 (Vérick) fut employé. Les dessins ont été réduits par la photographie à 300 et à 200 diamètres.

Les lettres suivantes s'appliquent à toutes les figures : *b*, bouchons épidermiques; *c*, cellules nerveuses; *d*, derme; *e*, épiderme; *f*, terminaisons en fourchettes; *if*, fibrilles nerveux intra-épidermiques; *j*, anneaux nerveuses de Jobert; *m*, nerf à myéline; *n*, nerf sans myéline; P, corpuscule de Pacini; *p*, papille de la peau; *be*, bouchons épidermiques. Toutes les autres lettres employées sont spécialement notées, soit dans la description faite de chaque figure, soit dans le texte du mémoire.

Fig. 1. — Ganglion nerveux sous-épidermique de la peau du nez du cheval, montre le mode d'entraînement dans l'épiderme des fibres sans myéline du plexus nerveux sous-épidermique. L'une des fibrilles *if* forme une voûte dont chaque pilier reste encore attaché à une cellule nerveuse basale du ganglion. Une autre voûte à gauche *g*, a cédé, et d'une troisième *i*, il ne reste plus que deux fragments résultant d'une cassure et non de la coupe.

Fig. 2. — Ganglion semblable, provenant du même animal complètement engagé dans l'épiderme et entraîné en masse vers la surface. Les cellules sont toujours en rapport les unes avec les autres.

Fig. 3. — Ganglion semblable, dont on ne voit plus que la dernière portion entraînée au travers de l'épiderme, laquelle est sur le point d'être rejetée de la surface de la peau.

Fig. 4. — Cellules nerveuses sous-épidermiques et fibrilles nerveuses intra-épidermiques provenant de la peau du nez d'un chat. Comme on y voit la fibrille principale et les deux fibrilles secondaires se continuer avec les cellules basales, celles-ci ne peuvent pas être appelées terminales. La fibrille principale est en train de pousser des branches latérales, ce qui prouve que c'est la direction latérale qui est la direction normale, quoique cette tendance soit entravée

par le refoulement de l'épiderme vers la périphérie. La tendance latérale est en général bien plus marquée dans cette espèce animale, mais nous avons choisi cette préparation parce qu'elle montre la continuité des fibrilles avec les cellules basales nerveuses.

Fig. 6. — Appareil nerveux terminal d'un poil ordinaire provenant du nez d'un cheval. Nous avons choisi cette préparation à cause de son caractère démonstratif, et pour comparer à figure 7, provenant de la taupe. L'on doit se rappeler pourtant que les éléments nerveux des poils fins de la taupe et de tous les mammifères de petite taille sont moins nombreux de beaucoup et plus petits que chez les grands mammifères.

Fig. 5. — Appareil nerveux d'un poil provenant du nez d'un petit chat que l'on peut comparer aux figures 6 et 7.

Fig. 7. — Portion de l'organe d'Eimer au groin de la taupe. Cet organe n'est évidemment pas autre chose que l'appareil nerveux d'un follicule pileux, dont les poils ont été arrachés par l'action répétée de creuser la terre par les aïeux de la taupe, habitude qui a eu pour résultat un arrêt de développement des poils. Le follicule avec les nerfs s'est ensuite rétréci dans l'épiderme.

Fig. 8 et 9. — Appareil nerveux terminal de la sensibilité générale dans les mains et dans les pieds de la taupe. Il correspond exactement à la portion sous-épidermique de l'organe d'Eimer, et, par conséquent, il représente également l'appareil terminal d'un follicule pileux, dont cependant les poils n'ont point été arrachés avec rétrécissement subséquent du follicule dans l'épiderme, mais dont le développement a avorté, au contraire, par suite de frottement continuel ayant eu lieu à la surface. Dans ces préparations, ce sont évidemment les corpuscules de Pacini qui représentent les terminaisons tactiles en fourchette, et qui se trouvent à mi-chemin, d'un côté, entre les terminaisons en fourchette que l'on rencontre sur le follicule pileux et les gros corpuscules de Pacini qui se trouvent enfoncés dans la peau recouvrant les surfaces palmaires et plantaires de l'homme, des singes, des chats, etc., et de l'autre côté, entre les corpuscules d'Herbst et de Grandry au bec et dans la langue des oiseaux. Plus le siège de ces corps est profond dans le derme, et plus nous les avons trouvés gros.

Fig. 10. — Structures nerveuses terminales semblables (corpuscules du tact à l'état rudimentaire), provenant de la surface palmaire du hérisson, proche parent de la taupe. Ici l'on trouve en général les corpuscules de Pacini *P* au dedans d'une papille, au lieu de les trouver en face d'un bouchon épidermique, comme cela se voit dans la taupe. On trouve quelquefois deux ou même trois de ces corps situés sur la même fibre nerveuse, soit en continuation linéaire l'un avec l'autre, soit sur des rameaux séparés du même nerf; *vs*, vaisseau sanguin.

Fig. 11 et 12. — Corpuscule du tact rudimentaire provenant de la

surface palmaire d'un rat adulte, qui montre une phase d'évolution plus avancée. — Fig. 11, un corps formé de plusieurs corpuscules de Pacini, qui sont situés perpendiculairement sur une fibre nerveuse. — Fig. 12, deux de ces corps pris au même endroit. En *a*, on les voit de profil; en *b*, on peut s'imaginer placé derrière eux, en supposant que l'endroit où le nerf les pénètre soit appelé le devant des corps. En *b*, on voit la fibre axile aplatie, comme on le voit dans le corpuscule du tact chez l'homme et dans le corpuscule de Grandry au bec des palmipèdes.

Fig. 13. — Deux corpuscules du tact provenant de la main d'un enfant de 18 mois. On voit en *a*, sur la partie latérale du corpuscule, le nerf qui donne naissance aux petits homologues des corpuscules de Pacini. En *b*, le nerf apparaît en avant du corpuscule. La circonstance qu'on a négligé d'étudier les différents aspects du corpuscule a été pour beaucoup dans le désaccord actuel à l'égard de sa structure. — Les éléments cellulaires existent à cette période de la vie, quoiqu'ils disparaissent plus tard, et on les voit en *e* avec des noyaux incolores.

Fig. 14. — Petite portion de la couche de cellules nerveuses étoilées entourant le revêtement épidermique du follicule d'un poil de moustache du cheval; elle forme environ la deux-centième partie du revêtement tout entier. En *a* sont des cellules qui se trouvent sur le trajet de la fibre nerveuse sans myéline principale, dont une portion *d* a pris une coloration plus vive que la portion *n*. Les autres cellules nerveuses *c* sont reliées l'une à l'autre, ainsi qu'aux fibres principales, par leurs prolongements. Cette portion du groupe est vue de face, et nous ne dessinons point les cellules épidermiques, afin de conserver au dessin sa clarté.

Fig. 15. — Relations d'une fibre nerveuse avec la couche de cellules nerveuses situées sur un poil de moustache de cheval, vue de profil, en train de pénétrer la membrane vitrée *b* pour se joindre au groupe de cellules.

Fig. 1.

Fig. 2.

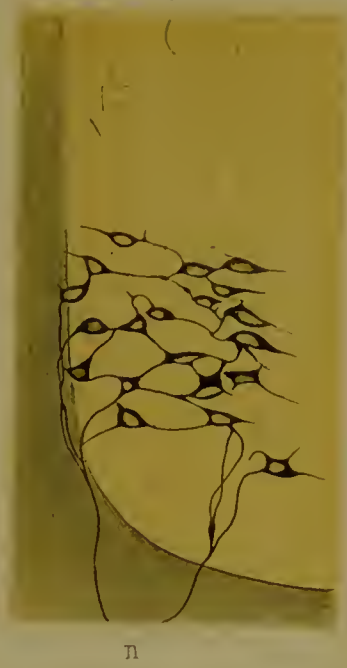


Fig. 5.

Fig. 4.

Fig. 3

G. Hoggan del.

Imp. Becquet fr. Paris.

Terminaisons nerveuses cutanées.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 10.

Fig. 9.

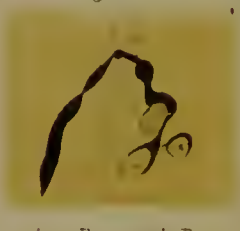
Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 14.

Fig. 13.

Fig. 15.



Imp Becquet rt Paris

Terminaisons nerveuses cutanées.